

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 215**

51 Int. Cl.:

H04L 12/715 (2013.01)

H04L 12/64 (2006.01)

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/721 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2014 PCT/CN2014/077313**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14183628**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2014 E 14797496 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3026850**

54 Título: **Método para procesar fallo de cálculo de ruta de múltiples zonas y elemento de cálculo de ruta (PCE)**

30 Prioridad:
25.07.2013 CN 201310316335

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2020

73 Titular/es:
**ZTE CORPORATION (100.0%)
ZTE Plaza, Keji Road South, Hi-Tech Industrial
Park, Nanshan District
Shenzhen, Guangdong 518057, CN**

72 Inventor/es:

**LU, GANG y
CAO, XUPING**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 753 215 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para procesar fallo de cálculo de ruta de múltiples zonas y elemento de cálculo de ruta (PCE)

5 **Campo técnico**

La divulgación se refiere a una tecnología de cálculo de ruta, y en particular a un método y a un sistema para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios.

10 **Antecedentes**

En una red de múltiples dominios y múltiples capas basada en protocolos de GMPLS, cada nodo puede dividirse en un dominio (o capa) diferente según la capacidad de conmutación y velocidad del mismo. En una red de múltiples dominios clasificada por sistema autónomo (AS), cada dominio está equipado con un elemento de cálculo de ruta (PCE) correspondiente para calcular una ruta inter-dominios. Diferentes dominios así como la posición de acceso y la posición de salida del mismo dominio están conectados mediante nodos, y una ruta de nodo a nodo específica calculada por un PCE se denomina un enlace.

En el campo de cálculo de ruta existente, se proporciona un cálculo basado en PCE recursivo hacia atrás (BRPC) en RFC 5441. Tal como se muestra en la figura 1, tras especificarse un nodo de origen y un nodo de destino, el PCE de un dominio de cabecera selecciona, según la topología, una ruta aproximada que consiste en dominios (concretamente, una secuencia de dominios: AS1-AS2-AS3) y después envía una petición de cálculo de ruta PCReq a los PCE de un AS2 y un AS3 según la secuencia de dominios. Tras recibir la PCReq, el PCE de un dominio trasero comienza a calcular todas las rutas (es decir, un árbol de rutas más cortas virtual (VSPT)) que pueden estar ubicadas entre el nodo de destino y un nodo de entrada de límite de dominio trasero y envía una PCRep (respuesta de cálculo de ruta) que contiene el VSPT del dominio trasero a un PCE2 aguas arriba en una secuencia inversa a la secuencia de dominios; y tras recibir la PCRep, el PCE2 comienza un cálculo para generar el VSPT del AS2, añade el VSPT del AS2 en la PCReq y después reenvía la PCReq a un PCE1 aguas arriba hasta que el PCE1 del dominio en el que está ubicado el nodo de origen confirma el VSPT del AS1, determina todas las rutas específicas entre el nodo de origen y el nodo de destino y finalmente selecciona una ruta óptima a partir de las rutas específicas.

En la actualidad, el cálculo de ruta de dominios cruzados basado en BRPC puede fallar en la práctica, y según la posición en la que se produce un fallo, hay al menos cuatro situaciones de fallo: 1) el fallo de cálculo en el PCE3 del dominio trasero; 2) el fallo de cálculo en el PCE2 de un dominio intermedio; 3) el fallo de cálculo en el PCE1 del dominio de cabecera; y 4) un fallo que se produce entre dos dominios adyacentes. Aunque en RFC 5440 se ha definido que una respuesta de fallo de PCRep puede llevar un objeto NO-PATH para indicar un fallo de cálculo en el caso de un cálculo de ruta con fallo, un objeto IRO para registrar los nodos o enlaces o dominios que deben incluirse en una ruta, un objeto XRO para registrar nodos o enlaces o dominios excluidos del cálculo y un objeto METRIC para registrar información tal como una norma para la determinación de una ruta óptima para el destino, no se ha proporcionado ningún método práctico para que un PCE procese un fallo de BRPC, por ejemplo, no se ha proporcionado ningún método práctico para que el PCE del dominio de cabecera calcule una nueva ruta evitando una zona topológica con fallo tras un fallo de cálculo.

El documento EP 2228949 A1 da a conocer un método para obtener una ruta, un elemento de cálculo de ruta (PCE) y un sistema de cálculo de ruta.

El documento US 2011/0229123 A1 da a conocer un método y sistema de recuperación en paralelo de dominios cruzados en una red óptica distribuida de múltiples capas y múltiples dominios.

50 **Sumario**

El problema técnico que intenta abordar la divulgación es proporcionar un método para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios y un elemento de cálculo de ruta, PCE, para calcular una nueva ruta tras fallar el cálculo de una ruta de múltiples dominios.

Para abordar el problema técnico anterior, la divulgación proporciona un método para que el PCE de un dominio de cabecera procese un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios, según la reivindicación 1.

60 En el método, el enlace con fallo es un enlace con fallo de un PCE aguas abajo o un enlace con fallo del dominio de cabecera.

En el método, el enlace con fallo del PCE aguas abajo se obtiene transmitiéndose por el PCE aguas abajo y el del dominio de cabecera se obtiene calculándose por el PCE del dominio de cabecera.

65 En el método, determinar la segunda secuencia de dominios según la segunda topología incluye: determinar, según la segunda topología, secuencias de dominios candidatas disponibles desde un nodo de

origen hasta un nodo de destino; determinar una posición en la que está ubicado el enlace con fallo; basándose en que el enlace con fallo está ubicado en un dominio intermedio, excluir una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio en el que está ubicado el enlace con fallo de las secuencias de dominios candidatas y después seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas restantes como segunda secuencia de dominios; seleccionar directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios basándose en que cada una de las secuencias de dominios candidatas es una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio; o

seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios basándose en que el enlace con fallo está ubicado en el dominio de cabecera o un dominio trasero o entre dos dominios adyacentes.

El método incluye además:

basándose en que el PCE del dominio de cabecera no logra calcular la ruta según la primera secuencia de dominios, transmitir un primer mensaje de notificación a un PCE aguas abajo según la primera secuencia de dominios para notificar al PCE aguas abajo que recibe el mensaje de notificación de que libere recursos ocupados para cálculo de ruta.

En el método, calcular la ruta según la segunda secuencia de dominios comprende:

enviar, según la segunda secuencia de dominios, una petición de cálculo de ruta, que se usa para pedir que se calcule una ruta según la segunda secuencia de dominios, al PCE aguas abajo, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta para permitir que el PCE aguas abajo excluya el enlace con fallo según la petición de cálculo de ruta cuando el PCE aguas abajo calcula la ruta para la segunda secuencia de dominios.

Para abordar el problema técnico anterior, la divulgación también proporciona un método, que se aplica a un PCE de un dominio intermedio, para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios, que incluye:

tras no lograr el PCE del dominio intermedio calcular una ruta según una primera secuencia de dominios, transmitir un enlace con fallo que conduce a no lograr calcular la ruta a un PCE de un dominio de cabecera según la primera secuencia de dominios.

En el método, basándose en que el PCE del dominio intermedio no logra calcular la ruta según la primera secuencia de dominios, el método incluye además:

transmitir un mensaje de notificación a un PCE aguas abajo según la primera secuencia de dominios para notificar al PCE aguas abajo que recibe el mensaje de notificación de que libere los recursos ocupados para cálculo de ruta.

El método incluye además:

recibir una petición de cálculo de ruta, que se envía a partir del PCE de un dominio de cabecera y se usa para pedir que se calcule, según una segunda secuencia de dominios, una ruta, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta; y

excluir el enlace con fallo contenido en la petición de cálculo de ruta cuando se calcula la ruta según la segunda secuencia de dominios.

La divulgación también proporciona un método, que se aplica a un PCE de un dominio trasero, para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios, que incluye:

basándose en que el PCE del dominio trasero no logra calcular una ruta según una primera secuencia de dominios, transmitir un enlace con fallo que conduce a no lograr calcular la ruta a un PCE aguas arriba según la primera secuencia de dominios.

El método incluye además:

recibir una petición de cálculo de ruta, que se envía a partir del PCE de un dominio de cabecera y se usa para pedir que se calcule, según una segunda secuencia de dominios, la ruta, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta; y

excluir el enlace con fallo contenido en la petición de cálculo de ruta cuando se calcula una ruta según la segunda secuencia de dominios.

La divulgación proporciona además un PCE de un dominio de cabecera, según la reivindicación independiente 6.

Los enlaces con fallo incluyen:

5 un enlace con fallo de un PCE aguas abajo o un enlace con fallo del PCE del dominio de cabecera, en el que el enlace con fallo del PCE aguas abajo se obtiene transmitiéndose por el PCE aguas abajo y el enlace con fallo del dominio de cabecera se obtiene calculándose por el PCE del dominio de cabecera.

En el PCE, el elemento de determinación de secuencia de dominios comprende:

10 un primer subelemento de determinación configurado para determinar, según la segunda topología, secuencias de dominios candidatas disponibles desde un nodo de origen hasta un nodo de destino;

un segundo subelemento de determinación configurado para determinar una posición en la que está ubicado el enlace con fallo;

15 un primer subelemento de selección configurado para

20 basándose en que el enlace con fallo está ubicado en un dominio intermedio, excluir una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio en el que está ubicado el enlace con fallo de las secuencias de dominios candidatas y después seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas restantes como segunda secuencia de dominios;

25 basándose en que cada secuencia de dominios candidata es una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio en el que está ubicado el enlace con fallo, seleccionar directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios; y

un segundo subelemento de selección configurado para seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios basándose en que el enlace con fallo está ubicado en el dominio de cabecera, un dominio trasero o entre dos dominios adyacentes.

30 La solución proporcionada en el presente documento tiene las siguientes ventajas:

35 según la solución dada a conocer en el presente documento, si un PCE se deshabilita mediante un enlace en el cálculo de una ruta desde un nodo de origen hasta un nodo de destino según una primera secuencia de dominios, entonces el enlace que conduce al fallo del cálculo se elimina de la topología del PCE de un dominio de cabecera para obtener una segunda topología, después se genera una segunda secuencia de dominios según la segunda topología y se lleva a cabo un cálculo de ruta según la segunda secuencia de dominios, determinando así una ruta final desde un nodo de origen hasta un nodo de destino.

40 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra un método de BRPC según la técnica relacionada;

45 la figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra un método, que se aplica a un PCE de un dominio de cabecera, para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios según una realización de divulgación;

la figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra un método, que se aplica a un PCE de un dominio intermedio, para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios según una realización de divulgación;

50 la figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra un método, que se aplica a un PCE de un dominio trasero, para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios según una realización de divulgación;

55 de la figura 5 a la figura 9 son diagramas esquemáticos que ilustran por separado un cálculo de ruta de múltiples dominios respectivamente cuando un enlace con fallo está ubicado en una posición diferente según una realización de divulgación;

la figura 10 es un diagrama esquemático que ilustra una estructura de un PCE para un dominio de cabecera según una realización de divulgación;

60 la figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra una estructura de un PCE para un dominio intermedio según una realización de divulgación; y

65 la figura 12 es un diagrama esquemático que ilustra una estructura de un PCE para un dominio trasero según una realización de divulgación.

Descripción detallada de las realizaciones

Para exponer más claramente el problema técnico que va a abordarse por la divulgación y la solución técnica y

ES 2 753 215 T3

las ventajas de la divulgación, a continuación se describe la divulgación en detalle con referencia a realizaciones específicas cuando se lee junto con los dibujos adjuntos.

5 Tal como se muestra en la figura 2, un método para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios, que implica una pluralidad de PCE que pueden calcular una ruta desde un nodo de origen hasta un nodo de destino basándose en un método de BRPC. El método incluye los siguientes bloques.

10 En el bloque 21: se adquiere un enlace con fallo que conduce a no lograr calcular una ruta, según una primera secuencia de dominios.

En el bloque 22: se elimina el enlace con fallo de una primera topología para obtener una segunda topología;

En el bloque 23: se determina una segunda secuencia de dominios según la segunda topología;

15 En el bloque 24: se realiza un cálculo de ruta según la segunda secuencia de dominios.

20 En el método, si un PCE no logra calcular la ruta según la primera secuencia de dominios, entonces se inicia un cálculo basándose en una segunda secuencia de dominios. Como la segunda secuencia de dominios se determina según la segunda topología, puede evitarse el enlace con fallo para garantizar la probabilidad de éxito del nuevo cálculo de ruta.

25 Específicamente, en la realización anterior, el enlace con fallo es un enlace con fallo de un PCE aguas abajo o un enlace con fallo del PCE de un dominio de cabecera, en el que el enlace con fallo del PCE aguas abajo se obtiene transmitiéndose por el PCE aguas abajo y en el que el enlace con fallo del dominio de cabecera se obtiene calculándose por el PCE del dominio de cabecera.

30 En el campo de cálculo de ruta relacionado, cada dominio está equipado con un PCE correspondiente. El procedimiento de un cálculo de ruta de múltiples dominios satisfactorio es sustancialmente de la siguiente manera: en primer lugar el PCE de un dominio trasero calcula una ruta; tras calcular satisfactoriamente la ruta de la que es responsable el PCE del dominio trasero, el PCE del dominio trasero envía una respuesta de cálculo de ruta a un PCE aguas arriba adyacente; tras recibir la respuesta de cálculo de ruta, el PCE aguas arriba adyacente comienza a calcular una ruta de la que es responsable el PCE aguas arriba adyacente, y así sucesivamente, hasta que el PCE del dominio de cabecera calcula satisfactoriamente la ruta. Un PCE que no logra calcular una ruta notifica a un PCE aguas arriba el resultado del cálculo a través de una respuesta de cálculo de ruta de modo que el PCE aguas arriba abandona un trabajo de cálculo de ruta cuya ejecución se ha planificado, por tanto, en la realización, el enlace con fallo es o bien a partir del PCE del dominio de cabecera o bien a partir de un PCE aguas abajo. El enlace con fallo del PCE aguas abajo se proporciona por el PCE aguas abajo y el del dominio de cabecera se calcula directamente por el PCE del dominio de cabecera.

40 En la realización anterior, el bloque 23 incluye específicamente los siguientes bloques.

En el bloque 231: según la nueva topología, se determinan secuencias de dominios candidatas disponibles entre el nodo de origen y el nodo de destino.

45 En el bloque 232: se determina un dominio con fallo que incluye un enlace con fallo.

50 En el bloque 233: si el enlace con fallo está ubicado en un dominio intermedio, se excluye la secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio, que contiene el enlace con fallo, de las secuencias de dominios candidatas y después se selecciona la más corta de las secuencias de dominios candidatas restantes como segunda secuencia de dominios; si cada secuencia de dominios candidata es una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio que contiene el enlace con fallo, se selecciona directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios.

55 En el bloque 234: se selecciona la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios si el enlace con fallo está ubicado en el dominio de cabecera, el dominio trasero o entre dos dominios adyacentes.

60 Generalmente, el nodo de origen puede conectarse con el nodo de destino a través de una pluralidad de secuencias de dominios candidatas. Si el enlace con fallo está en el dominio intermedio, debido a factores inestables inherentes del dominio intermedio que puede ser altamente probable que provoquen un nuevo enlace con fallo en el siguiente cálculo de ruta, la secuencia de las secuencias de dominios candidatas que puede evitar el dominio intermedio se selecciona preferiblemente como segunda secuencia de dominios para aumentar la probabilidad de éxito del siguiente cálculo de ruta; si el dominio intermedio es inevitable, entonces se selecciona directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios para garantizar la eficiencia del siguiente cálculo de ruta. Como el dominio de cabecera en el que está ubicado el nodo de origen y el dominio trasero en el que está ubicado el nodo de destino son irremplazables en una secuencia de dominios, se selecciona directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios. Además, si el enlace con fallo está entre dos dominios adyacentes, dado que puede

haber otros enlaces inter-dominios disponibles entre los dos dominios adyacentes, se selecciona directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas que evita el enlace con fallo como segunda secuencia de dominios.

5 Adicionalmente, para soportar determinadas funciones posteriores, los recursos ocupados para el cálculo de ruta no se liberan inmediatamente por el PCE actual. A partir de lo anterior puede saberse que en un caso en el que el PCE del dominio de cabecera no logra calcular una ruta, el cálculo de la ruta desde el nodo de origen hasta el nodo de destino no tiene sentido aunque cada PCE aguas abajo calcule satisfactoriamente una ruta de la que es responsable el PCE aguas abajo. Para evitar el desperdicio de recursos por el PCE aguas abajo, en la
10 realización anterior, el método incluye además el siguiente bloque 25.

En el bloque 25: si el PCE del dominio de cabecera no logra calcular una ruta según la primera secuencia de dominios, entonces se transmite un primer mensaje de notificación a un PCE aguas abajo según la primera secuencia de dominios para notificar al PCE aguas abajo que recibe el mensaje de notificación de que libere los
15 recursos ocupados para cálculo de ruta.

Además, aunque la segunda secuencia de dominios puede evitar satisfactoriamente el enlace con fallo incluido en la primera secuencia de dominios, el PCE aguas abajo todavía puede desperdiciar recursos en el cálculo del enlace con fallo que está en el dominio al que pertenece el PCE aguas abajo, cuando calcula una ruta según la
20 segunda secuencia de dominios, por tanto, en la realización anterior, el bloque 24 incluye además lo siguiente: se envía una petición de cálculo de ruta a un PCE aguas abajo según la segunda secuencia de dominios para pedir que calcule, según la segunda secuencia de dominios, una ruta, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta de modo que el PCE aguas abajo puede excluir el enlace con fallo según la petición de cálculo de ruta cuando se calcula la ruta según la segunda secuencia de dominios.

25 Además, tal como se muestra en la figura 3, la realización de la divulgación proporciona además un método, que se aplica al PCE de un dominio intermedio, para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios. El método incluye los siguientes bloques.

30 En el bloque 31: si un PCE de un dominio intermedio no logra calcular, según una primera secuencia de dominios, una ruta, se transmite un enlace con fallo que conduce al fallo de cálculo al PCE de un dominio de cabecera según la primera secuencia de dominios.

De esta manera, el PCE del dominio de cabecera elimina el enlace con fallo en el dominio intermedio de la
35 primera topología para obtener la segunda topología, se determina una segunda secuencia de dominios según la segunda topología, y finalmente se inicia un cálculo de ruta según la segunda secuencia de dominios.

Adicionalmente, para soportar determinadas funciones posteriores, los recursos ocupados para el cálculo de ruta no se liberan por el PCE actual inmediatamente tras calcular satisfactoriamente la ruta. A partir de lo anterior puede saberse que si el PCE del dominio intermedio no logra calcular una ruta, el cálculo de una ruta de extremo a extremo completa no tiene sentido aunque cada PCE aguas abajo calcule satisfactoriamente una ruta de la que es responsable el PCE aguas abajo. Para evitar el desperdicio de recursos por el PCE aguas abajo, tal como se
40 muestra en la figura 3, en la realización anterior, el método incluye además los siguientes bloques.

45 En el bloque 32: se transmite un mensaje de notificación a PCE aguas abajo según la primera secuencia de dominios para notificar a los PCE aguas abajo que reciben el mensaje de notificación de que liberen los recursos ocupados para cálculo de ruta.

Además, para evitar el cálculo repetido del enlace con fallo durante el cálculo de ruta para la segunda secuencia
50 de dominios, tal como se muestra en la figura 3, el método puede incluir además los siguientes bloques.

En el bloque 33: una petición de cálculo de ruta, que se usa para pedir que se calcule una ruta según la segunda secuencia de dominios, enviada desde el PCE del dominio de cabecera, en el que el enlace con fallo está contenido en petición de cálculo de ruta.
55

En el bloque 34: el enlace con fallo contenido en la petición de cálculo de ruta se excluye cuando se calcula la ruta según la segunda secuencia de dominios.

Además, tal como se muestra en la figura 4, la divulgación proporciona además un método, que se aplica a un
60 PCE de un dominio trasero, para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios. El método incluye los siguientes bloques.

En el bloque 41: si el PCE del dominio trasero no logra calcular una ruta según una primera secuencia de dominios, el PCE del dominio trasero transmite un enlace con fallo que conduce al fallo de cálculo a un PCE
65 aguas arriba según la primera secuencia de dominios.

De esta manera, el PCE del dominio de cabecera elimina el enlace con fallo que está ubicado en el dominio trasero de una primera topología para obtener una segunda topología, determina una segunda secuencia de

dominios según la segunda topología y finalmente inicia un cálculo de ruta dirigido a la segunda secuencia de dominios.

5 Además, para evitar el cálculo repetido del enlace con fallo durante el cálculo de ruta para la segunda secuencia de dominios, tal como se muestra en la figura 4, el método puede incluir además los siguientes bloques.

10 En el bloque 42: una petición de cálculo de ruta, que se usa para pedir que se calcule una ruta la segunda secuencia de dominios, enviada desde el PCE del dominio de cabecera, en el que el enlace con fallo está contenido en petición de cálculo de ruta; y

15 En el bloque 43: el enlace con fallo contenido en la petición de cálculo de ruta se excluye cuando se calcula una ruta según la segunda secuencia de dominios.

A continuación se describe en detalle la aplicación práctica de los métodos, que se aplica al PCE de un dominio de cabecera, un dominio intermedio o un dominio trasero respectivamente, para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios.

I. Hay un enlace con fallo en un dominio intermedio

20 (1) La segunda secuencia de dominios puede evitar satisfactoriamente el dominio intermedio

25 Tal como se muestra en la figura 5, hay seis dominios (un dominio de cabecera AS1, dominios intermedios AS2, AS2', AS3' y AS4' y un dominio trasero AS3), los PCE correspondientes a los dominios consisten en un PCE1 del dominio de cabecera, un PCE2 de un dominio intermedio, un PCE3 de un dominio intermedio, un PCE3' de un dominio intermedio, un PCE4' de un dominio intermedio y un PCE4 del dominio trasero (no mostrados en los dibujos adjuntos). Un nodo de origen se representa mediante SN, un nodo de destino se representa mediante DN, y los nodos de límite se representan mediante BN1...BN10 y BN1'....BN3'. En teoría, el SN puede conectarse con el DN según una secuencia de dominios AS1-AS2-AS3 a través de un enlace específico BN1-BN2-BN3-BN4-DN o BN1'-BN2'-BN3'-BN4-DN o según una secuencia de dominios AS1-AS2'-AS2-AS3 a través de un enlace específico BN5-BN6-BN7-BN8-BN9-BN10-DN o según una secuencia de dominios AS1-AS2- AS3'-AS4'-AS3. Si cada enlace (el enlace inter-dominios representado por una línea continua en los dibujos adjuntos) entre dos dominios adyacentes es normal, entonces el método que no incluye ningún cálculo de ruta inter-dominios incluye principalmente los siguientes bloques.

35 En el bloque 501: el SN envía una petición de cálculo de ruta PCReq al PCE1, y se calcula una ruta de dominios cruzados desde el SN hasta el DN.

40 En el bloque 502: tras recibir la petición de cálculo de ruta PCReq, el PCE1 calcula la secuencia de dominios más corta AS1- AS2-AS3 según la primera topología del mismo, establece el IRO de la PCReq para que sea AS1, AS2 y AS3 y después reenvía la PCReq al PCE2.

En el bloque 503: el PCE2 reenvía la PCReq al PCE3.

45 En el bloque 504: tras recibir la PCReq, el PCE3 que sirve como PCE del dominio trasero realiza un BRPC para obtener satisfactoriamente un VSPT3 (es decir, BN4-DN).

En el bloque 505: el PCE3 inicia una respuesta de cálculo de ruta PCRep, registra el VSPT3 en la PCRep y después envía la PCRep al PCE2.

50 En el bloque 506: tras recibir la PCRep, el PCE2 realiza un BRPC pero no lo logra ya que los enlaces BN2-BN3 y BN2'-BN3' están ambos no disponibles.

55 En el bloque 507: el PCE2 envía un mensaje de notificación PCNtf al PCE3 para notificar al PCE3 de que libere los recursos ocupados para calcular el VSPT3;

En el bloque 508: el PCE2 registra los enlaces con fallo (es decir, los enlaces BN2-BN3 y BN2'- BN3') en el IRO de la PCRep, establece el objeto NO-PATH incluido en la PCReq para indicar el fallo del cálculo de ruta y finalmente transmite la PCRep al PCE1.

60 En el bloque 509: el PCE1 sabe, según el objeto NO-PTH incluido en la PCReq, que el cálculo de ruta del PCE aguas abajo ha fallado, abandona el cálculo de ruta que va a realizarse, obtiene los enlaces con fallo BN2-BN3 y BN2'-BN3' a partir del IRO incluido en la PCRep y elimina los enlaces con fallo BN2-BN3 y BN2'-BN3' de la primera topología del mismo para obtener una segunda topología.

65 En el bloque 510: el PCE1 determina secuencias de dominios candidatas AS1-AS2'-AS2- AS3 y AS1-AS2-AS3'-AS4'-AS3 según la segunda topología del mismo, encuentra que AS2 no puede excluirse de las secuencias de dominios y por tanto selecciona la secuencia de dominios más corta AS1-AS2'-AS2-AS3 a partir de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios e inicia un cálculo de ruta dirigido a

AS1-AS2'-AS2- AS3.

En el bloque 511: el PCE1 establece el IRO de la PCReq para que sea AS1-AS2'-AS2-AS3 y envía la PCReq al PCE2'.

5

En el bloque 512: el PCE2' reenvía la PCReq al PCE2.

En el bloque 513: el PCE2 reenvía la PCReq al PCE3.

10 En el bloque 514: el PCE3 que sirve como PCE del dominio trasero lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un nuevo VSPT3 (BN10-DN).

En el bloque 515: el PCE3 registra el nuevo VSPT3 en la PCRep y después reenvía la PCRep al PCE2.

15 En el bloque 516: tras recibir la PCRep, el PCE2 lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT2 (BN8-BN9) satisfactoriamente.

En el bloque 517: el PCE2 también registra el VSPT2 en la PCRep y transmite la PCRep que porta el VSPT2 y el VSPT3 al PCE2'.

20

En el bloque 518: tras recibir la PCRep, el PCE2' lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT2' (BN6-BN7).

25 En el bloque 519: el PCE2' registra el VSPT2' en el VSPT3 y devuelve la PCRep que porta el VSPT2', el VSPT2 y el VSPT3 al PCE1.

En el bloque 520: tras recibir la PCRep, el PCE1 completa el cálculo de ruta del dominio de cabecera para obtener un VSPT1 (SN-BN5) y determina una ruta desde el SN hasta el DN según el VSPT1, el VSPT2, el VSPT2' y el VSPT3.

30

En el bloque 521: el PCE1 transmite la PCRep (que porta la ruta desde el SN hasta el DN) al nodo SN.

(2) La segunda secuencia de dominios puede evitar satisfactoriamente el dominio intermedio

35 Tal como se muestra en la figura 6, hay cinco dominios (un dominio de cabecera AS1, dominios intermedios AS2, AS2' y AS3' y un dominio trasero AS3), los PCE correspondientes a los dominios consisten en un PCE1, un PCE2, un PCE3, un PCE2' y un PCE3' (no mostrados en los dibujos adjuntos). Un nodo de origen se representa mediante SN, un nodo de destino se representa mediante DN, y los nodos de límite se representan mediante BN1...BN7. Si cada enlace (el enlace inter-dominios representado por una línea continua en los dibujos adjuntos) entre dos dominios adyacentes es normal, entonces el método que no incluye ningún cálculo de ruta inter-dominios incluye principalmente los siguientes bloques.

40

En el bloque 601: el SN envía una PCReq al PCE1 para calcular una ruta de dominios cruzados desde el SN hasta el DN.

45

En el bloque 602: tras recibir la PCReq, el PCE1 calcula una primera secuencia de dominios AS1-AS2-AS3 según una primera topología, establece el IRO de la PCReq para que sea AS1, AS2 y AS3, y reenvía la PCReq al PCE2.

50 En el bloque 603: el PCE2 reenvía la PCReq al PCE3.

En el bloque 604: tras recibir la PCReq, en primer lugar el PCE3 que sirve como PCE del dominio trasero lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT3 (BN7-DN) satisfactoriamente.

55 En el bloque 605: el PCE3 registra el VSPT3 en una PCRep y después reenvía la PCRep al PCE2.

En el bloque 606: tras recibir la PCRep, el PCE2 lleva a cabo un cálculo de ruta pero no lo logra ya que el enlace BN2-BN3 no está disponible.

60 En el bloque 607: el PCE2 envía una PCntf al PCE3 para notificar al PCE3 de que libere los recursos ocupados para calcular el VSPT3.

En el bloque 608: el PCE2 registra el enlace con fallo BN2-BN3 en el objeto IRO de la PCRep, establece el objeto NO-PATH incluido en la PCRep para indicar el fallo del cálculo de ruta y finalmente transmite la PCRep al PCE1.

65

En el bloque 609: tras recibir la PCRep, el PCE1 sabe, según el objeto NO-PTH incluido en la PCRep, que el cálculo de ruta del PCE aguas abajo ha fallado, abandona el cálculo de ruta que va a realizarse, obtiene el

ES 2 753 215 T3

enlace con fallo BN2-BN3 a partir del IRO de la PCRep y elimina el enlace con fallo BN2-BN3 de la primera topología del mismo para obtener una segunda topología.

5 En el bloque 610: el PCE1 determina, según la segunda topología del mismo, una única secuencia de dominios candidata AS1-AS2'-AS3 como segunda secuencia de dominios e inicia un cálculo de ruta dirigido a la secuencia de dominios candidata AS1-AS2'-AS3.

10 En el bloque 611: el PCE1 establece el IRO de la PCReq para que sea AS1-AS2'-AS3 y envía la PCReq al PCE2'.

En el bloque 612: el PCE2' reenvía la PCReq al PCE3.

En el bloque 613: tras recibir la PCReq, el PCE3 lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un nuevo VSPT3.

15 En el bloque 613: el PCE3 inicia una PCRep y reenvía la PCRep que porta el VSPT3 al PCE2'.

En el bloque 614: tras recibir la PCRep, el AS2' lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un nuevo VSPT2' satisfactoriamente.

20 En el bloque 615: el PCE2' registra el VSPT2' en la PCRep y devuelve la PCRep que porta el VSPT2' y el VSPT3 al PCE1.

25 En el bloque 616: tras recibir la PCRep, el PCE1 completa el cálculo de ruta del dominio de cabecera para obtener un VSPT1 y determina una ruta desde el SN hasta el DN según el VSPT1, el VSPT2' y el VSPT3; y

En el bloque 617: el PCE1 registra la ruta desde el SN hasta el DN en la PCRep y después envía la PCRep al nodo SN.

30 II. Hay un enlace con fallo en un dominio trasero

35 Tal como se muestra en la figura 7, hay cinco dominios (un dominio de cabecera AS1, dominios intermedios AS2, AS2' y AS3' y un dominio trasero AS3), los PCE correspondientes a los dominios consisten en un PCE1, un PCE2, un PCE2', un PCE3' y un PCE3 (no mostrados en los dibujos adjuntos). Un nodo de origen se representa mediante SN, un nodo de destino se representa mediante DN, y los nodos de límite se representan mediante BN1... BN7. Si cada enlace (el enlace inter-dominios representado por una línea continua en los dibujos adjuntos) entre dos dominios adyacentes es normal, entonces el método que no incluye ningún cálculo de ruta inter-dominios incluye principalmente los siguientes bloques.

40 En el bloque 701: el SN envía una PCReq al PCE1 para calcular una ruta de dominios cruzados desde el SN hasta el DN;

45 En el bloque 702: el PCE1 calcula una primera secuencia de dominios AS1-AS2-AS3 según una primera topología, establece la primera secuencia de dominios en el objeto IRO de la PCReq (es decir, IRO=AS1, AS2, AS3) y reenvía la PCReq al PCE2.

En el bloque 703: el PCE2 reenvía la PCReq al PCE3.

50 En el bloque 704: tras recibir la PCReq, el PCE3 que sirve como PCE del dominio trasero lleva a cabo un cálculo de ruta pero no lo logra ya que el enlace BN4-DN no está disponible.

55 En el bloque 705: el PCE3 inicia una PCRep, porta el enlace BN4-DN en el objeto IRO de la PCRep y establece el objeto NO-PATH incluido en la PCRep para indicar el fallo del cálculo de ruta.

En el bloque 706: el PCE2 reenvía la PCRep al PCE1.

60 En el bloque 707: tras recibir la PCRep, el PCE1 sabe, según el objeto NO-PTH, que el cálculo de ruta del PCE aguas abajo ha fallado, abandona el cálculo de ruta que va a realizarse, obtiene el enlace con fallo BN4-DN a partir del IRO de la PCRep y elimina el enlace con fallo BN4-DN de la primera topología del mismo para obtener una segunda topología.

65 En el bloque 708: el PCE1 determina, según la segunda topología del mismo, secuencias de dominios candidatas AS1-AS2'-AS3 y AS1-AS2'-AS3'-AS3, selecciona la más corta AS1-AS2'-AS3 como segunda secuencia de dominios e inicia un cálculo de ruta dirigido a la secuencia de dominios candidata AS1-AS2'-AS3.

En el bloque 709: el PCE1 establece el IRO incluido en el PCEeq para que sea AS1-AS2'-AS3, registra el enlace con fallo BN4-DN en el objeto XRO de la PCReq y después envía la PCReq establecida al PCE2'.

En el bloque 710: el PCE2' reenvía la PCReq al PCE3.

ES 2 753 215 T3

En el bloque 711: tras recibir la PCReq, el PCE3 del dominio trasero lleva a cabo un nuevo cálculo de ruta, determina el enlace BN4-DN como enlace con fallo según la información de XRO incluida en la PCRep y después excluye el enlace con fallo para obtener directamente un enlace BN7-DN.

5

En el bloque 712: el PCE3 registra el VSPT3 (BN7-DN) en la PCRep y después reenvía la PCRep al PCE2'.

En el bloque 713: tras recibir la PCRep, el PCE2' lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT2' (BN5-BN6).

10

En el bloque 714: el PCE2' registra el VSPT2' en la PCRep y reenvía la PCRep al PCE1.

En el bloque 715: el PCE1 completa el BRPC del dominio de cabecera para obtener un VSPT1 y finalmente determina una ruta desde el SN hasta el DN según el VSPT1, el VSPT2 y el VSPT3.

15

En el bloque 716: el PCE1 envía al nodo SN una respuesta PCRep (que porta la ruta desde el SN hasta el DN).

III. Hay un enlace con fallo en un dominio de cabecera

20

Tal como se muestra en la figura 8, hay cuatro dominios (un dominio de cabecera AS1, dominios intermedios AS2 y AS2' un dominio trasero AS3), los PCE correspondientes a los dominios consisten en un PCE1, un PCE2, un PCE2' y un PCE3 (no mostrados en los dibujos adjuntos). Un nodo de origen se representa mediante SN, un nodo de destino se representa mediante DN, y los nodos de límite se representan mediante BN1...BN7. Si cada enlace (el enlace inter-dominios representado por una línea continua en los dibujos adjuntos) entre dos dominios adyacentes es normal, entonces el método que no incluye ningún cálculo de ruta inter-dominios incluye principalmente los siguientes bloques.

25

En el bloque 801: el SN envía una PCReq al PCE1 para calcular una ruta de dominios cruzados desde el SN hasta el DN.

30

En el bloque 802: el PCE1 calcula una primera secuencia de dominios AS1-AS2-AS3 según una primera topología, establece el IRO de la PCReq para que sea AS1, AS2 y AS3 y después reenvía la PCReq al PCE2.

En el bloque 803: el PCE2 reenvía la PCReq al PCE3.

35

En el bloque 804: tras recibir la PCReq, el PCE3 que sirve como PCE del dominio trasero lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener satisfactoriamente un VSPT3 (BN4-DN).

En el bloque 805: el PCE3 genera una PCRep, registra el VSPT3 en la PCRep y después reenvía la PCRep al PCE2.

40

En el bloque 806: tras recibir la PCRep enviada desde el PCE3, el PCE2 lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT2 (BN2-BN3).

En el bloque 807: el PCE2 registra el VSPT2 en la PCRep y reenvía la PCRep que porta el VSPT2 y el VSPT3 al PCE1.

45

En el bloque 808: tras recibir la PCRep, el PCE1 lleva a cabo un cálculo de ruta pero no lo logra ya que el enlace SN-BN1 no está disponible.

50

En el bloque 809: el PCE1 envía una PCNtf al PCE2 para notificar al PCE2 de que libere los recursos ocupados para calcular el VSPT2.

En el bloque 810: el PCE2 libera los recursos ocupados para calcular el VSPT2;

55

En el bloque 811: el PCE2 reenvía la PCNtf al PCE3 para notificar al PCE3 de que libere los recursos ocupados para calcular el VSPT3.

En el bloque 812: el PCE3 libera los recursos ocupados para calcular el VSPT3.

60

En el bloque 813: el PCE1 elimina el enlace SN-BN1 de la primera topología del mismo para obtener una segunda topología, determina una segunda secuencia de dominios AS1-AS2'-AS3 según la segunda topología y después inicia un cálculo de ruta dirigido a la segunda secuencia de dominios AS1- AS2'-AS3.

En el bloque 814: el PCE1 establece el IRO de la PCReq para que sea AS1-AS2'-AS3, registra el enlace SN-BN1 en el objeto XRO de la PCReq y después envía la PCReq establecida al PCE2'.

65

En el bloque 815: el PCE2' reenvía la PCReq al PCE3.

ES 2 753 215 T3

En el bloque 816: tras recibir la PCReq, el PCE3 lleva de nuevo a cabo un cálculo de ruta y todavía obtiene el VSPT3 (BN4-DN).

- 5 En el bloque 817: el PCE3 genera una PCRep, registra el VSPT3 en la PCRep y después reenvía la PCRep que porta el VSPT3 al PCE2'.

En el bloque 818: tras recibir la PCRep, el PCE2' lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT2' (BN5-BN6).

- 10 En el bloque 819: el PCE2' registra el VSPT2' en la PCRep y devuelve la PCRep que porta el VSPT2' y el VSPT3 al PCE1.

- 15 En el bloque 820: tras recibir la PCRep, el PCE1 lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT1 (SN-AS1).

En el bloque 821: el PCE1 obtiene una ruta desde el SN hasta el DN según el VSPT1, el VSPT2' y el VSPT3.

IV. Hay un enlace con fallo entre dos dominios adyacentes

- 20 Tal como se muestra en la figura 9, hay cuatro AS (un dominio de cabecera AS1, dominios intermedios AS2 y AS2' un dominio trasero AS3), los PCE correspondientes a los dominios consisten en un PCE1, un PCE2, un PCE2' y un PCE3 (no mostrados en los dibujos adjuntos). Un nodo de origen se representa mediante SN, un nodo de destino se representa mediante DN, y los nodos de límite se representan mediante BN1...BN7. Los enlaces BN1-BN2, BN3- BN4, BN7-BN5 y BN6-BN4 son todos enlaces inter-dominios (enlaces entre dominios). En el BRPC existente, un enlace inter-dominios, por ejemplo, un enlace BN1-BN2, se calcula generalmente mediante un PCE aguas arriba (es decir, PCE1) y un enlace inter-dominios BN3-BN4 se calcula generalmente mediante un PCE2. El procedimiento de cálculo de ruta específico es de la siguiente manera:

- 30 901: el SN envía una PCReq al PCE1 para calcular una ruta de dominios cruzados desde el SN hasta el DN;

902: el PCE1 calcula una primera secuencia de dominios AS1-AS2-AS3 según una primera topología, establece el IRO de la PCReq para que sea AS1, AS2 y AS3 y después reenvía la PCReq al PCE2;

- 35 903: el PCE2 reenvía la PCReq al PCE3;

904: tras recibir la PCReq, el PCE3 del dominio trasero lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT3;

905: el PCE3 envía al PCE 2 la PCRep que porta el VSPT3;

- 40 906: el PCE2 que sirve como PCE de un dominio intermedio intenta llevar a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT2 pero no lo logra ya que el enlace inter-dominios BN3-BN4 no está disponible;

- 45 907: el PCE2 envía un mensaje de PCNtf al PCE3 para notificar al PCE3 de que libere todos los recursos ocupados para calcular el VSPT3 y establece el IRO de la PCRep para que sea BN3-BN4 y el objeto NO-PATH incluido en la PCRep para indicar el fallo del cálculo;

908: el PCE2 envía la PCRep al PCE1;

- 50 909: tras recibir la PCRep, el PCE1 sabe, según el objeto NO-PTH, que el cálculo de ruta del PCE aguas abajo ha fallado, abandona el cálculo de ruta que va a realizarse, obtiene el enlace con fallo BN3-BN4 según el objeto IRO de la PCRep y elimina el enlace con fallo BN3-BN4 de la primera topología para obtener una segunda topología;

- 55 910: el PCE1 determina, según la segunda topología del mismo, una única secuencia de dominios candidata AS1-AS2'-AS3, selecciona la secuencia de dominios candidata AS1-AS2'-AS3 como segunda secuencia de dominios e inicia un cálculo de ruta dirigido a la secuencia de dominios candidata AS1-AS2'-AS3;

- 60 911: el PCE1 establece el IRO de la PCReq para que sea AS1-AS2'-AS3, registra el enlace BN3-BN4 en el XRO y después envía la PCReq establecida al PCE2';

912: el PCE2' reenvía la PCReq al PCE3;

913: tras recibir la PCReq, el PCE3 lleva a cabo un cálculo de ruta y todavía obtiene el BN4-DN;

- 65 914: el PCE3 registra el VSPT3 en la PCRep y después reenvía la PCRep que porta el VSPT3 al PCE2';

915: tras recibir la PCRep, el PCE2' lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT2';

ES 2 753 215 T3

916: el PCE2' registra el VSPT2' en la PCRep y devuelve la PCRep que porta el VSPT2' y el VSPT3 al PCE1;

917: tras recibir la PCRep, el PCE1 lleva a cabo un cálculo de ruta para obtener un VSPT1; y

918: el PCE1 determina una ruta desde el SN hasta el DN según el VSPT2' y el VSPT3 portados en la PCRep y el VSPT1 calculado por el PCE1.

Debe observarse que, en la realización anterior, el enlace con fallo puede transmitirse entre los PCE portándose en información específica configurada por separado pero no necesariamente transmitirse portándose en la PCRep o el PCEeq. Además, también puede establecerse un límite superior basándose en la realización anterior para limitar las veces que el PCE del dominio de cabecera reinicia un cálculo de ruta.

En conclusión, la realización anterior tiene las siguientes ventajas:

1: dado que la PCRep y una PCReq ya están ubicadas en un BRPC existente, no se necesita información adicional para transmitir el enlace con fallo;

2: si el enlace con fallo está ubicado en un dominio intermedio, entonces preferiblemente se selecciona una secuencia de dominios que excluye el dominio intermedio como segunda secuencia de dominios, aumentando por tanto la probabilidad de éxito del cálculo de una ruta según la segunda secuencia de dominios.

Además, tal como se muestra en la figura 10, la divulgación también proporciona un PCE para un dominio de cabecera, que incluye:

un elemento de determinación de enlace con fallo configurado para determinar todos los enlaces con fallo que conducen al fallo de un cálculo de ruta en una primera secuencia de dominios;

un elemento de eliminación configurado para eliminar cada enlace con fallo de una primera topología para obtener una segunda topología;

un elemento de determinación de secuencia de dominios configurado para determinar una segunda secuencia de dominios según la segunda topología; y

un elemento de iniciación configurado para iniciar un cálculo de ruta dirigido a la segunda secuencia de dominios.

Tras no lograr calcular la ruta según la primera secuencia de dominios, el PCE de un dominio de cabecera inicia un cálculo de ruta según una segunda secuencia de dominios. Como la segunda secuencia de dominios se determina según la segunda topología, puede evitarse el enlace con fallo, garantizando por tanto la probabilidad de éxito del recálculo de una ruta.

Específicamente, en la realización anterior, el enlace con fallo incluye:

un enlace con fallo de un PCE aguas abajo o un enlace con fallo del PCE de un dominio de cabecera, en el que el enlace con fallo del PCE aguas abajo se obtiene transmitiéndose por el PCE aguas abajo y el del dominio de cabecera se obtiene calculándose por el PCE del dominio de cabecera.

En el campo de cálculo de ruta existente, cada dominio está equipado con un PCE correspondiente. El procedimiento de un cálculo de ruta de múltiples dominios satisfactorio es sustancialmente de la siguiente manera: en primer lugar el PCE de un dominio trasero calcula una ruta, tras calcular satisfactoriamente la ruta de la que es responsable el PCE del dominio trasero, el PCE del dominio trasero envía una respuesta de cálculo de ruta a un PCE aguas arriba adyacente, y tras recibir la respuesta de cálculo de ruta, el PCE aguas arriba adyacente calcula una ruta de la que es responsable el PCE aguas arriba adyacente, y así sucesivamente, hasta que el PCE del dominio de cabecera calcula satisfactoriamente la ruta. Un PCE que no logra calcular una ruta notifica a un PCE aguas arriba el resultado del cálculo de ruta a través de una respuesta de cálculo de ruta de modo que el PCE aguas arriba abandona una tarea de cálculo de ruta que va a realizarse, por tanto, en la realización, el enlace con fallo es o bien a partir del PCE del dominio de cabecera o bien a partir del PCE aguas abajo. El enlace con fallo del PCE aguas abajo se proporciona por el PCE aguas abajo y el del dominio de cabecera se calcula directamente por el PCE del dominio de cabecera.

Específicamente, en la realización anterior, el elemento de determinación de secuencia de dominios incluye:

un primer subelemento de determinación configurado para determinar, según la segunda topología, secuencias de dominios candidatas disponibles entre un nodo de origen y un nodo de destino;

un segundo subelemento de determinación configurado para determinar una posición en la que está ubicado el enlace con fallo;

un primer subelemento de selección configurado para excluir, si el enlace con fallo está ubicado en un dominio intermedio, una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio de las secuencias de dominios candidatas y después seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas restantes como segunda secuencia de dominios; para seleccionar directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios si cada secuencia de dominios candidata es una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio; y

un segundo subelemento de selección configurado para seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios si el enlace con fallo está ubicado en el dominio de cabecera, un dominio trasero o entre dos dominios adyacentes.

Generalmente, el nodo de origen puede conectarse con el nodo de destino a través de una pluralidad de secuencias de dominios candidatas. Si el enlace con fallo está en el dominio intermedio, debido a factores inestables inherentes del dominio intermedio que puede ser altamente probable que provoquen un nuevo enlace con fallo en el siguiente cálculo de ruta, la secuencia de las secuencias de dominios candidatas que puede evitar el dominio intermedio se selecciona preferiblemente como segunda secuencia de dominios para aumentar la probabilidad de éxito del siguiente cálculo de ruta; si el dominio intermedio es inevitable, entonces se selecciona directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios para garantizar la eficiencia del siguiente cálculo de ruta. Como el dominio de cabecera en el que está ubicado el nodo de origen y el dominio trasero en el que está ubicado el nodo de destino son irremplazables en una secuencia de dominios, se selecciona directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios. Además, si el enlace con fallo está entre dos dominios adyacentes, dado que puede haber otros enlaces inter-dominios disponibles entre los dos dominios adyacentes, se genera una segunda topología evitando el enlace con fallo, y se selecciona directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas que evita el enlace con fallo como segunda secuencia de dominios.

Adicionalmente, para soportar determinadas funciones posteriores, los recursos ocupados para el cálculo de ruta no se liberan por el PCE actual inmediatamente tras calcular satisfactoriamente la ruta por el PCE actual. A partir de lo anterior puede saberse que en un caso en el que el PCE del dominio de cabecera no logra calcular una ruta, el cálculo de una ruta desde el nodo de origen hasta el nodo de destino no tiene sentido aunque cada PCE aguas abajo calcule satisfactoriamente una ruta de la que es responsable el PCE aguas abajo, para evitar el desperdicio de recursos por un PCE aguas abajo, en la realización anterior, el PCE para un dominio de cabecera incluye además:

un primer elemento de notificación configurado para transmitir, si el PCE del dominio de cabecera no logra calcular una ruta según la primera secuencia de dominios, un primer mensaje de notificación a un PCE aguas abajo según la primera secuencia de dominios para notificar al PCE aguas abajo que recibe el mensaje de notificación de que libere los recursos ocupados para cálculo de ruta.

Además, aunque la segunda secuencia de dominios puede evitar satisfactoriamente el enlace con fallo que aparece en la primera secuencia de dominios, un PCE aguas abajo todavía puede desperdiciar recursos en el cálculo del enlace con fallo cuando calcula una ruta según la segunda secuencia de dominios, por tanto, el elemento de iniciación está específicamente configurado para:

enviar una petición de cálculo de ruta al PCE aguas abajo según la segunda secuencia de dominios para pedir el cálculo de una ruta según la segunda secuencia de dominios, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta de modo que el PCE aguas abajo puede excluir cada enlace con fallo según la petición de cálculo de ruta cuando implementa un cálculo de ruta según la segunda secuencia de dominios.

Además, tal como se muestra en la figura 11, la divulgación también proporciona un PCE para un dominio intermedio, que incluye:

un primer elemento de transmisión configurado para transmitir, si el cálculo de una ruta según una primera secuencia de dominios ha fallado, un enlace con fallo que conduce al fallo de cálculo al PCE de un dominio de cabecera según la primera secuencia de dominios.

De esta manera, el PCE del dominio de cabecera elimina el enlace con fallo que aparece en un dominio intermedio de una primera topología para obtener una segunda topología, determina una segunda secuencia de dominios según la segunda topología y finalmente inicia un cálculo de ruta dirigido a la segunda secuencia de dominios.

Adicionalmente, para soportar determinadas funciones posteriores, los recursos ocupados para el cálculo de ruta no se liberan por el PCE actual inmediatamente tras calcular satisfactoriamente la ruta. A partir de lo anterior puede saberse que en un caso en el que el PCE de un dominio intermedio no logra calcular una ruta, el cálculo de una ruta desde el nodo de origen hasta el nodo de destino no tiene sentido aunque cada PCE aguas abajo calcule satisfactoriamente una ruta de la que es responsable el PCE aguas abajo, para evitar el desperdicio de recursos por un PCE aguas abajo, tal como se muestra en la figura 11, el PCE para un dominio intermedio incluye además:

5 un elemento de notificación configurado para transmitir, si el PCE del dominio de cabecera no logra calcular una ruta según la primera secuencia de dominios, un primer mensaje de notificación a un PCE aguas abajo según la primera secuencia de dominios para notificar al PCE aguas abajo que recibe el mensaje de notificación de que libere los recursos ocupados para cálculo de ruta.

10 Además, para evitar el cálculo repetido del enlace con fallo durante el cálculo de la ruta según la segunda secuencia de dominios, tal como se muestra en la figura 11, el PCE para un dominio intermedio puede incluir además:

un primer elemento de recepción configurado para recibir una petición de cálculo de ruta enviada desde el PCE del dominio de cabecera dirigida a una segunda secuencia de dominios, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta; y

15 un primer elemento de exclusión configurado para excluir el enlace con fallo contenido en la petición de cálculo de ruta cuando se calcula una ruta según la segunda secuencia de dominios.

Además, tal como se muestra en la figura 12, la divulgación también proporciona un PCE para un dominio trasero, que incluye:

20 un segundo elemento de transmisión configurado para transmitir, si el PCE del dominio trasero no logra calcular una ruta según una primera secuencia de dominios, un enlace con fallo que conduce al fallo de cálculo a un PCE aguas arriba según la primera secuencia de dominios.

25 De esta manera, el PCE de un dominio de cabecera elimina el enlace con fallo que aparece en el dominio trasero de una primera topología para obtener una segunda topología, determina una segunda secuencia de dominios según la segunda topología y finalmente inicia un cálculo de ruta dirigido a la segunda secuencia de dominios.

30 Además, para evitar el cálculo repetido del enlace con fallo durante el cálculo de una ruta según la segunda secuencia de dominios, tal como se muestra en la figura 12, el PCE para un dominio trasero puede incluir además:

35 un segundo elemento de recepción configurado para recibir una petición de cálculo de ruta enviada desde el PCE del dominio de cabecera dirigida a una segunda secuencia de dominios, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta; y

un segundo elemento de exclusión configurado para excluir el enlace con fallo contenido en la petición de cálculo de ruta cuando se calcula una ruta según la segunda secuencia de dominios.

40 Aparentemente, el PCE del dominio de cabecera, el PCE de un dominio intermedio y el PCE de un dominio trasero, que son realizaciones de un dispositivo correspondiente al método dado a conocer en el presente documento para procesar un fallo de cálculo de múltiples rutas, pueden lograr el mismo efecto técnico con el método dado a conocer en el presente documento.

45 **Aplicabilidad industrial**

Según la solución dada a conocer en el presente documento, cuando un PCE determina una ruta desde un nodo de origen hasta un nodo de destino según una primera secuencia de dominios, si hay un enlace que conduce al fallo del cálculo, entonces el enlace que conduce al fallo del cálculo se elimina de la topología del PCE de un dominio de cabecera para obtener una segunda topología, entonces se genera una segunda secuencia de dominios según la segunda topología y se lleva a cabo un cálculo de ruta según la segunda secuencia de dominios, determinando así una ruta final desde un nodo de origen hasta un nodo de destino.

55 Aunque en el presente documento se han ilustrado determinadas realizaciones preferidas de la divulgación, debe apreciarse que pueden concebirse una variedad de modificaciones y mejoras por los expertos habituales en la técnica sin alejarse de las modificaciones y mejoras que se encontrarán dentro del alcance de protección de la divulgación que se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para procesar un fallo de un cálculo de ruta de múltiples dominios, que se aplica a un elemento de cálculo de ruta, PCE, de un dominio de cabecera, comprendiendo dicho método las etapas de:

5 enviar una petición de cálculo de ruta, en el que un enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta; y recibir una respuesta de cálculo de ruta correspondiente a la petición de cálculo de ruta a partir de un PCE aguas abajo;

10 adquirir el enlace con fallo que conduce a no lograr calcular, según una primera secuencia de dominios, una ruta, usándose la petición de cálculo de ruta para pedir que se calcule, según una segunda secuencia de dominios, la ruta;

15 eliminar el enlace con fallo de una primera topología para obtener una segunda topología;

determinar una segunda secuencia de dominios según la segunda topología; y

calcular una ruta según la segunda secuencia de dominios.
- 20 2. Método para procesar el fallo del cálculo de ruta de múltiples dominios según la reivindicación 1, caracterizado porque el enlace con fallo es un enlace con fallo del PCE aguas abajo o un enlace con fallo del dominio de cabecera, en el que:

25 el enlace con fallo del PCE aguas abajo se obtiene transmitiéndose por el PCE aguas abajo y el enlace con fallo del dominio de cabecera se obtiene calculándose por el PCE del dominio de cabecera.
3. Método para procesar el fallo del cálculo de ruta de múltiples dominios según la reivindicación 1, caracterizado porque determinar la segunda secuencia de dominios según la segunda topología comprende:

30 determinar, según la segunda topología, secuencias de dominios candidatas disponibles desde un nodo de origen hasta un nodo de destino;

35 determinar una posición en la que está ubicado el enlace con fallo;

basándose en que el enlace con fallo está ubicado en un dominio intermedio, excluir una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio en el que está ubicado el enlace con fallo de las secuencias de dominios candidatas y después seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas restantes como segunda secuencia de dominios; seleccionar directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios basándose en que cada una de las secuencias de dominios candidatas es una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio; o

40 seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios basándose en que el enlace con fallo está ubicado en el dominio de cabecera o un dominio trasero o entre dos dominios adyacentes.
4. Método para procesar el fallo del cálculo de ruta de múltiples dominios según la reivindicación 1, caracterizado por comprender además:

50 basándose en que el PCE del dominio de cabecera no logra calcular la ruta según la primera secuencia de dominios, transmitir un primer mensaje de notificación al PCE aguas abajo según la primera secuencia de dominios para notificar al PCE aguas abajo que recibe el mensaje de notificación de que libere recursos ocupados para cálculo de ruta.
5. Método para procesar el fallo del cálculo de ruta de múltiples dominios según la reivindicación 1, caracterizado porque calcular la ruta según la segunda secuencia de dominios comprende:

60 enviar, según la segunda secuencia de dominios, una petición de cálculo de ruta, que se usa para pedir que se calcule una ruta según la segunda secuencia de dominios, al PCE aguas abajo, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta para permitir que el PCE aguas abajo excluya el enlace con fallo según la petición de cálculo de ruta cuando el PCE aguas abajo calcula la ruta para la segunda secuencia de dominios.
- 65 6. Elemento de cálculo de ruta, PCE, de un dominio de cabecera, comprendiendo dicho elemento de cálculo de ruta:

un elemento de determinación de enlace con fallo configurado para determinar cada enlace con fallo

que conduce a no lograr calcular, según una primera secuencia de dominios, una ruta;

un elemento de eliminación configurado para eliminar cada enlace con fallo de una primera topología para obtener una segunda topología;

5

un elemento de determinación de secuencia de dominios configurado para determinar una segunda secuencia de dominios según la segunda topología; y

10

un elemento de iniciación configurado para iniciar un cálculo de ruta para la segunda secuencia de dominios;

15

en el que, antes de que el elemento de determinación de enlace con fallo determine el enlace con fallo que conduce a no lograr el cálculo, el PCE del dominio de cabecera está configurado además para enviar una petición de cálculo de ruta, que se usa para pedir que se calcule, según una segunda secuencia de dominios, la ruta, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta; y recibir una respuesta de cálculo de ruta correspondiente a la petición de cálculo de ruta a partir de un PCE aguas abajo.

20

7. PCE del dominio de cabecera según la reivindicación 6, caracterizado porque el enlace con fallo comprende:

25

un enlace con fallo de un PCE aguas abajo o un enlace con fallo del PCE del dominio de cabecera, en el que el enlace con fallo del PCE aguas abajo se obtiene transmitiéndose por el PCE aguas abajo y el enlace con fallo del dominio de cabecera se obtiene calculándose por el PCE del dominio de cabecera; y/o

30

el elemento de iniciación está configurado específicamente para: enviar una petición de cálculo de ruta, que se usa para pedir que se calcule una ruta según la segunda secuencia de dominios, al PCE aguas abajo según la segunda secuencia de dominios, en el que el enlace con fallo está contenido en la petición de cálculo de ruta para permitir que el PCE aguas abajo excluya cada enlace con fallo según la petición de cálculo de ruta cuando se calcula una ruta según la segunda secuencia de dominios.

35

8. PCE del dominio de cabecera según la reivindicación 6, caracterizado porque el elemento de determinación de secuencia de dominios comprende:

40

un primer subelemento de determinación configurado para determinar, según la segunda topología, secuencias de dominios candidatas disponibles desde un nodo de origen hasta un nodo de destino;

un segundo subelemento de determinación configurado para determinar una posición en la que está ubicado el enlace con fallo;

45

basándose en que el enlace con fallo está ubicado en un dominio intermedio, excluir una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio en el que está ubicado el enlace con fallo de las secuencias de dominios candidatas y después seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas restantes como segunda secuencia de dominios;

50

basándose en que cada secuencia de dominios candidata es una secuencia de dominios que incluye el dominio intermedio en el que está ubicado el enlace con fallo, seleccionar directamente la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios; y

55

un segundo subelemento de selección configurado para seleccionar la más corta de las secuencias de dominios candidatas como segunda secuencia de dominios basándose en que el enlace con fallo está ubicado en el dominio de cabecera, un dominio trasero o entre dos dominios adyacentes.

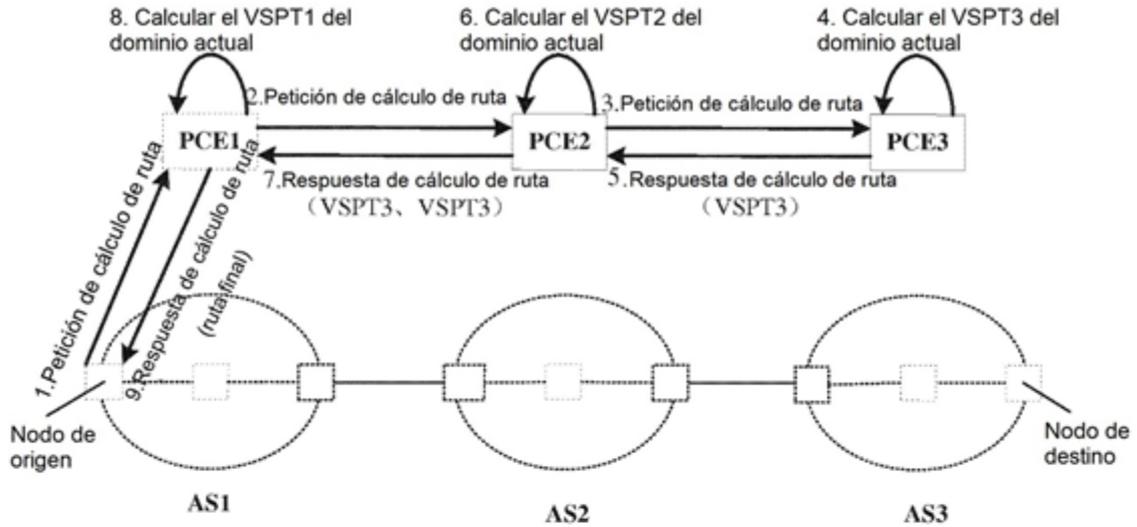


Fig. 1

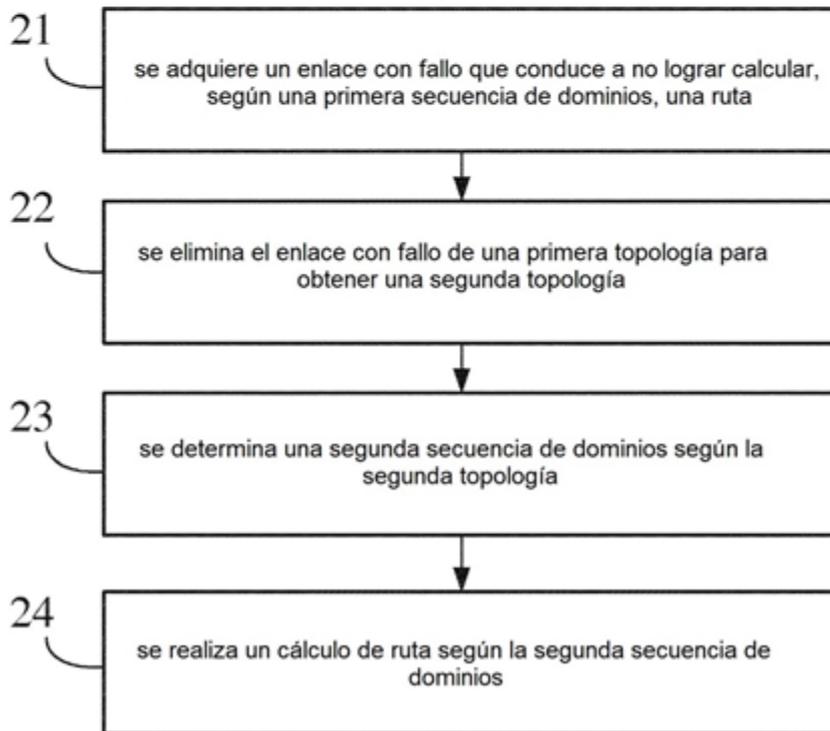


Fig. 2

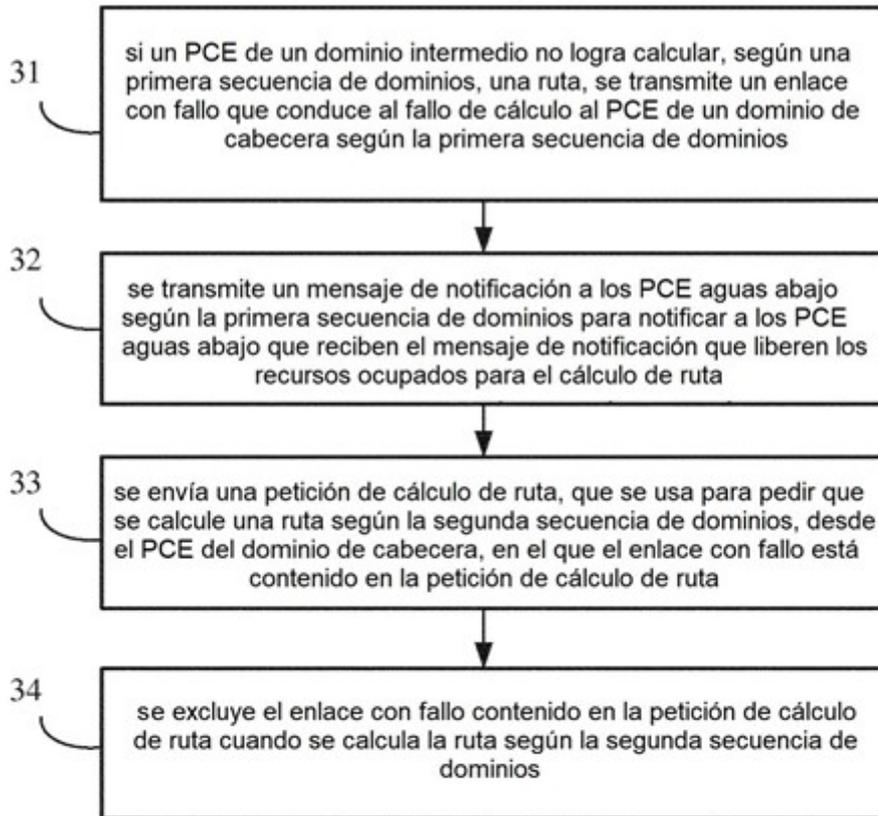


Fig. 3

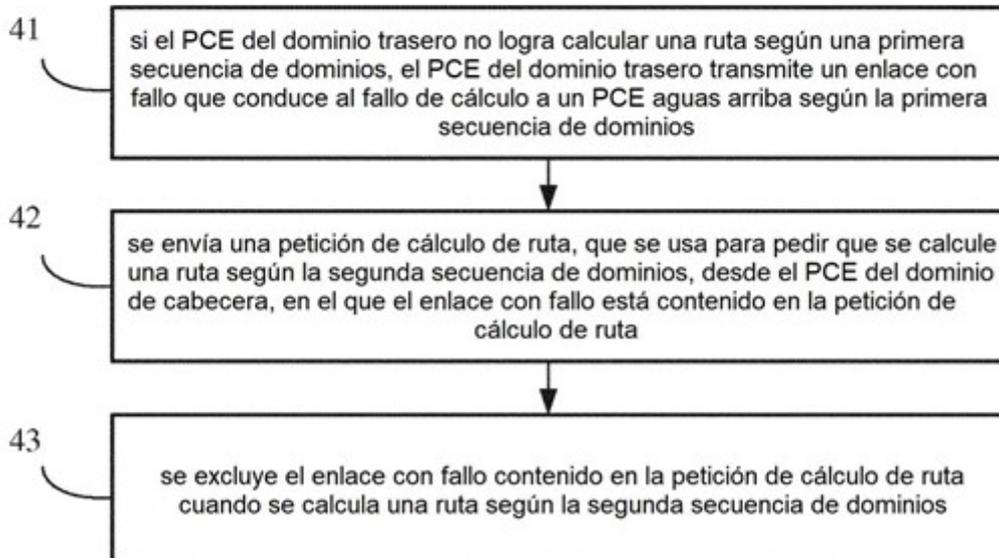


Fig. 4

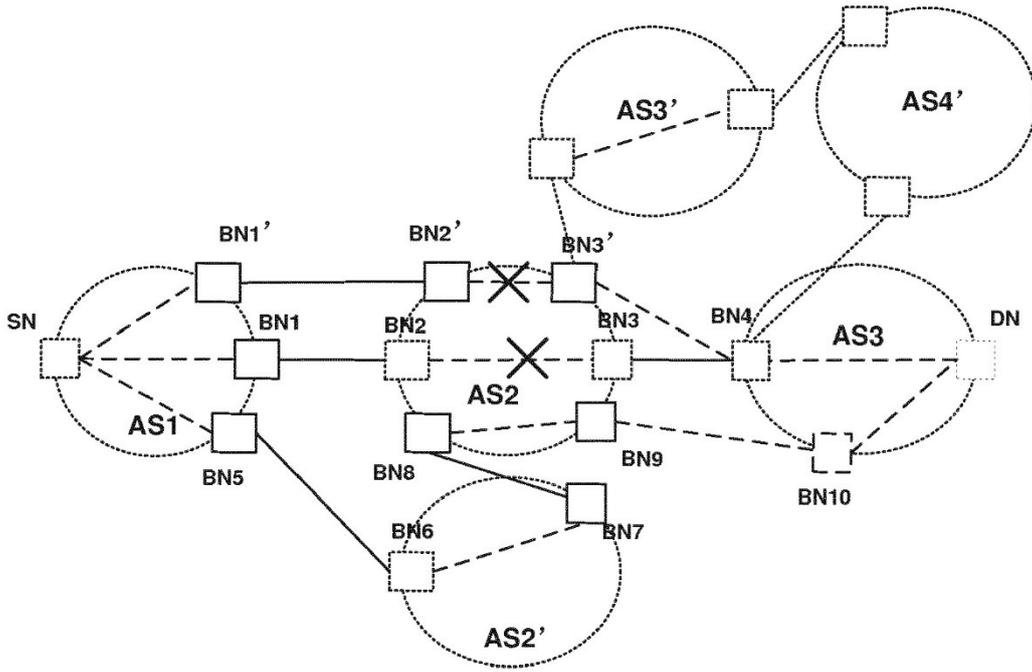


Fig. 5

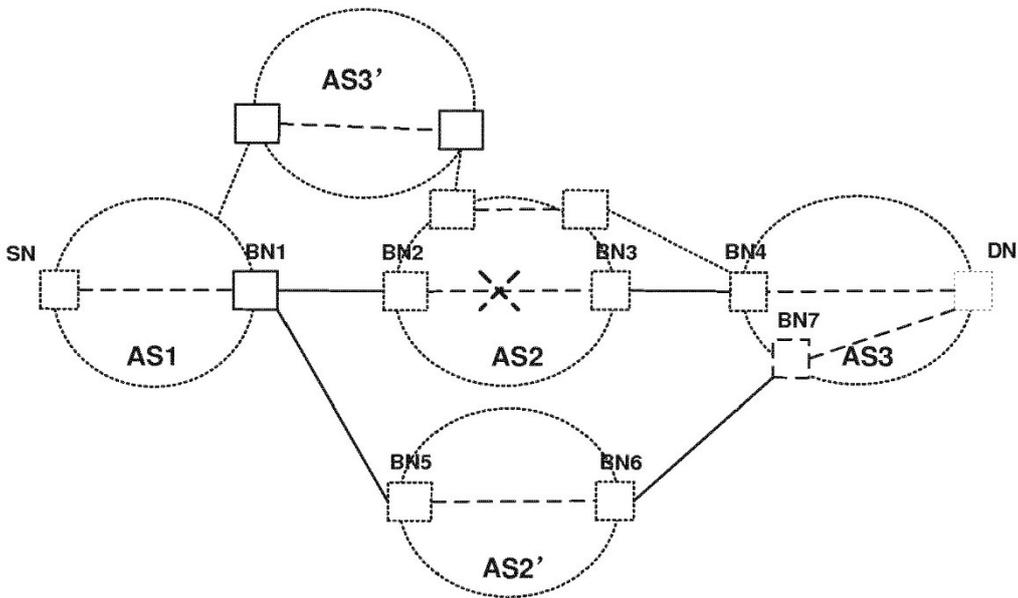


Fig. 6

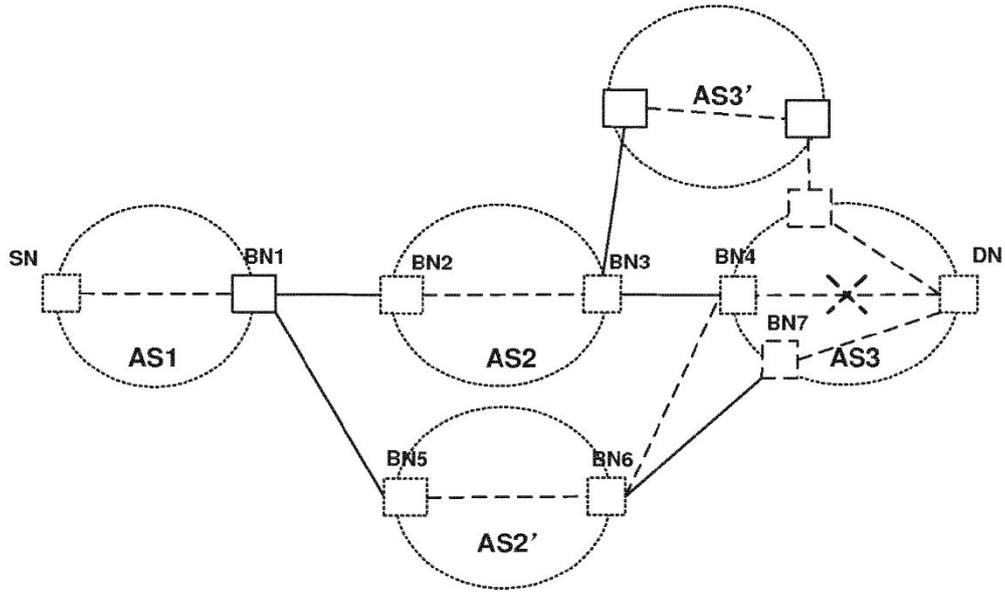


Fig. 7

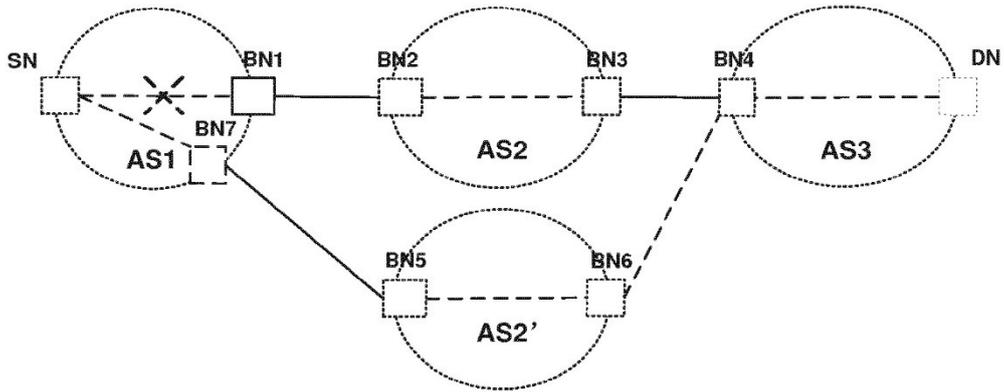


Fig. 8

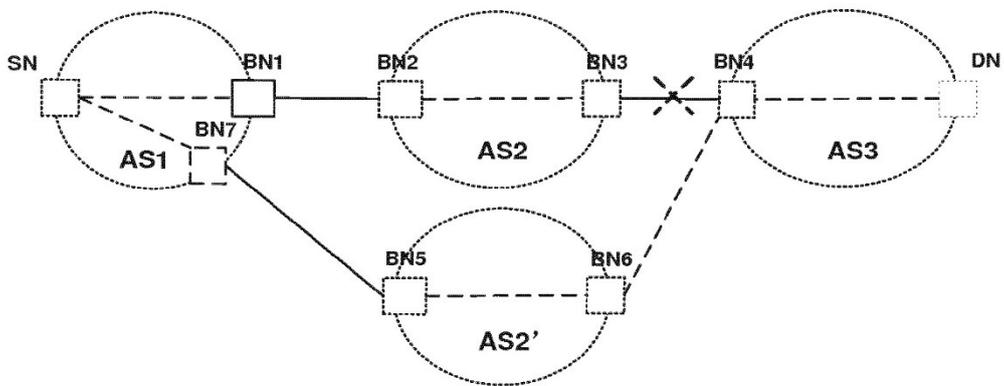


Fig. 9

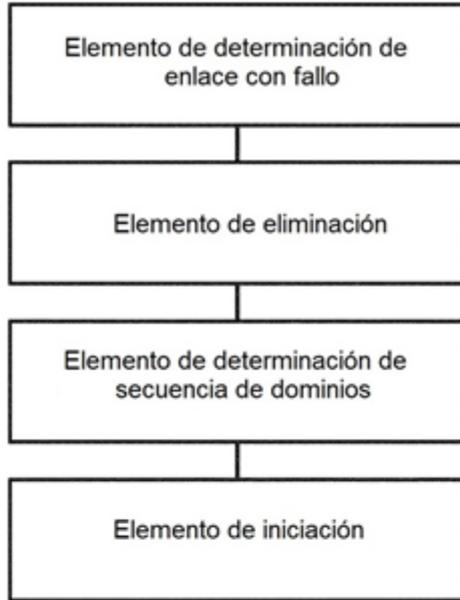


Fig. 10

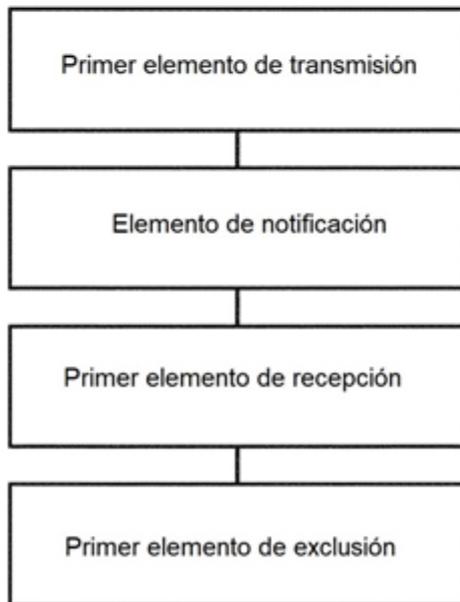


Fig. 11

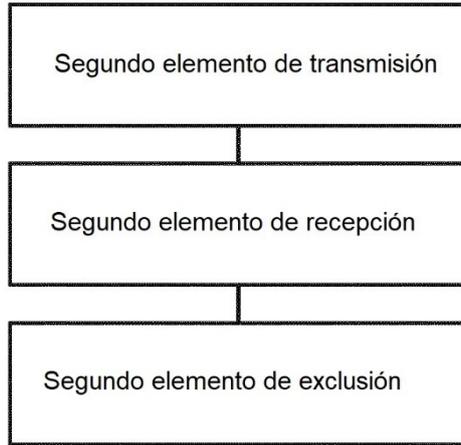


Fig. 12